

PAT-NO: JP401003908A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01003908 A

TITLE: COMPOSITE CONDUCTOR

PUBN-DATE: January 9, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OKAMOTO, MASAKUNI

MURAYAMA, YOSHIMASA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP62157641

APPL-DATE: June 26, 1987

INT-CL (IPC): H01B012/02, H01L021/88 , H01L039/06

ABSTRACT:

PURPOSE: To increase current density of a thin film higher than that of a single layered thin film by making the thin film of a superlattice structure in which superconductive layer and normal conductive layer are laminated by turns, thereby increasing interfaces.

CONSTITUTION: A composite conductor of a superconductor family having a so-called superlattice structure is constituted with superconductor and normal conductor laminated by turns. Namely, Ag is deposited on a Cu substrate 1 to form a silver layer 2 on which is coated $\text{YBaCuO}_{7-\delta}$ 3 by sputtering process or by electron-beam deposition process. After repeating the above procedures, the material is heat treated in an atmosphere of one atmospheric pressure oxygen and formed. This increases a current density higher than that of a thin film made of a single layer of the same thickness.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-3908

⑤ Int.Cl.⁴H 01 B 12/02
H 01 L 21/88
39/06

識別記号

Z A A
Z A A
Z A A

庁内整理番号

7227-5E
M-6708-5F
8728-5F

④ 公開 昭和64年(1989)1月9日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

④ 発明の名称 複合導体

② 特 願 昭62-157641

② 出 願 昭62(1987)6月26日

⑦ 発 明 者 岡 本 政 邦 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所基礎研究所内

⑦ 発 明 者 村 山 良 昌 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所基礎研究所内

⑦ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑦ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

複合導体

2. 特許請求の範囲

1. 超伝導層と常伝導層の積層膜を単位とした超格子状の周期構造を持つことを特徴とする複合導体。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は複合導体に係り、特に種々のデバイスに使用される配線として用いて好適な複合導体に関する。

臨界温度が窒素温度(77K)を超えるような高温超伝導体に対して、現在のところ、研究がはじまって間もないため薄膜に超格子構造を入れるには至っていない。例えばイットリウム系の単結晶において、臨界電流密度は、MgO基板上で $3.2 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ などが報告されているにすぎない(日刊工業新聞 昭和62年6月2日参照)。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術では、超伝導体内での電流密度分布に関して配慮がされておらず、表皮電流の効果を無視しているという問題があった。

キャリアの質量を m 、電気素量を e 、透磁率を μ_0 、キャリアの濃度を N とした場合、MKS単位系で表面から、

$$\Lambda = \sqrt{\frac{m}{\mu_0 \cdot N \cdot e^2}} \quad (\text{m})$$

の深さのところまでしか電流が侵入しないということはよく知られている。例えば、イットリウム系超伝導体の場合、 $N \sim 10^{27} \text{ m}^{-3}$ であるから、 $\Lambda \sim 1000 \text{ \AA}$ 程度となる。一方、同じ系でのコヒーレント長は、 $\xi \sim 10 \text{ \AA}$ であるから、少なくとも超伝導層の厚さが $2\xi \sim 20 \text{ \AA}$ あれば、その系は超伝導を示すであろう。以上の値をもとに考えると、層厚が $2\Lambda \sim 2000 \text{ \AA}$ を越える場合、その系が単層膜であれば、その中心付近にキャリ

アが十分には存在しない領域が生じ、それだけ電流密度が減少していた。

〔問題点を解決するための手段〕

前述した、表皮電流効果を有効に利用するためには複合導体に用いる超伝導体の表面積を増加させればよい。上記目的は超伝導系として、超伝導体と常伝導体を交互に積層した、いわゆる超格子構造をもった複合導体を構成することにより達成される。常伝導体は絶縁体としてもかまわないが、超伝導が壊れた場合の熱損失の効果を考えれば、できるだけ電気伝導度の高い金属のほうが好ましい。

超伝導体として銅を主成分とした酸化物を考えている関係上、超伝導層と常伝導層の界面を工夫する必要がある。つまり、常伝導層に銅を用いると超伝導体中の酸素が、銅のほうに拡散吸収され界面における超伝導特性が著しく悪化してしまうからである。

この問題点は、常伝導層に、銅を使用しないことで達成される。何らかの理由で銅を使う必要性

2000Å蒸着して銀層2とし、その上に、 $\text{YBa}_2\text{CuO}_{7-x}$ 3を2000Å、スパッタリング法又は、電子線蒸着法を用いて被着せしめ、この工程を10回繰り返した後、酸素1気圧の雰囲気中で950°～1050℃、1日の熱処理を施すことにより作成された複合導体を表している。この系の電流密度は、77Kにおいて同じ厚さの単層に比べて $10^2\text{A}/\text{cm}^2$ からほぼ $10^3\text{A}/\text{cm}^2$ まで一桁程度、上昇した。

〔実施例2〕

実施例1と異なる点は、実施例1における銀層2のかわりに、銀層5、銅層6、銀層7をそれぞれ500Å、1000Å、500Å積層したものである。この場合も実施例1同様、電流密度が約一桁上昇した。この薄膜を3か月間、250℃に放置しても、臨界温度の劣化がほとんど見られなかった。なお、銀の他に、Nb, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Sc, Y, La, ランタン属, V, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Re, Ru, Os, Rh, Ir, Pd, Pt,

がある場合には、銅層と超伝導層の間に、例えば銀層を入れるとよい。銀により酸素の拡散が抑えられるからである。

〔作用〕

薄膜を超伝導層と常伝導層が交互に積み重ねられた超格子構造とすることは、界面を増加させる効果があり、これにより電流密度が単層のものより増加する。

常伝導層は、超伝導が破れた場合の電流を受け持つ役目をする。もし基板が電気抵抗の低いものでなければ、超伝導が何らかの理由で破れたときに、それまで流れ続けていた電流によって生じた熱エネルギーにより、薄膜材料が瞬時にして蒸発してしまう。このような事故を防ぐため、低い電気抵抗を有する常伝導金属を用いることが好ましい。

〔実施例〕

以下、図面により本発明の実施例を説明する。

〔実施例1〕

第1図に示すものは、Cu基板1の上にAgを

Au, Zn, Cd, Ga, In, Tl, C(グラファイト), Si, Ge, Sn, Pb, あるいはそれらの合金が有効である。

〔実施例3〕

第3図に示すものは、本発明を用いたSi-MOSデバイスの一例である。アクティブ領域9とは、演算をする部分であり、パッシブ領域10とは、複数のアクティブ領域9間を結合するための配線部分である。従来は、この部分にAlが用いられていた。実用上 $10^2\text{A}/\text{cm}^2$ が必要とされている部分であるが、ここを、本発明による超格子構造を持つ配線とする。周期1000Åの層を50層積み重ね幅1μmの配線にすることにより、従来単層で $3.2 \times 10^4\text{A}/\text{cm}^2$ であったものを、 $1.5 \times 10^5\text{A}/\text{cm}^2$ (77K)とすることが出来、実用化に近づく。60Kにおいては単層で、 $2 \times 10^5\text{A}/\text{cm}^2$ であるから本発明の系では、 $10^7\text{A}/\text{cm}^2$ を得て実用化できる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、N周期分の超格子とすること

により、同一の厚さの単一層からなる膜と比較して電流密度は約N倍に上昇する効果がある。

3. 発明の詳細な説明

第1図は本発明の実施例1の試料の断面図を示している。第2図は実施例2の試料の断面図である。第3図は実施例3の試料の上面図である。

1, 4...Cu基板、2, 5, 7...Ag層、6...Cu層、3, 8... $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 層、9...アクティブ領域、10...パッシブ領域、11...Si基板。

代理人 弁理士 小川勝男

図1

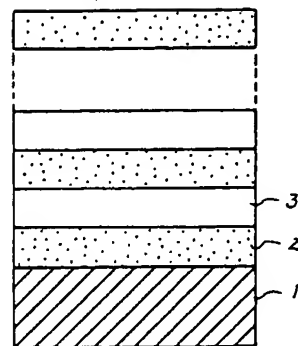
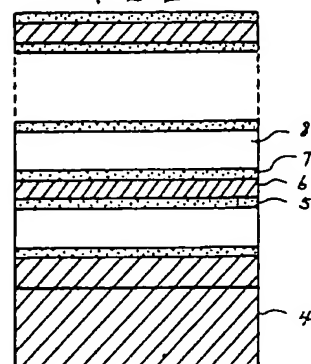
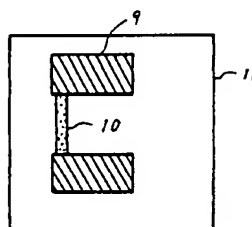


図2



1. Cu基板
2. Ag層
3. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$
4. Cu基板
5. Ag層
6. Cu層
7. Ag層
8. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$

図3



9. アクティブ領域
10. パッシブ領域
11. Si基板